

Manfred Bölter, Institut für Polarökologie Kiel

Die Umweltentwicklung Mittelsibiriens im Spätquartär

Unter diesem Titel bewilligte das BMBF 1994 ein Verbundvorhaben des Alfred Wegener Institutes für Polar- und Meeresforschung (Forschungsstelle Potsdam), des Instituts für Bodenkunde der Universität Hamburg und des Instituts für Polarökologie, Universität Kiel.

Das Projekt hat drei örtliche Schwerpunkte, das Seengebiet um Norilsk, die Taimyr-Halbinsel und die Inselgruppe Severnaya Zemlja (Abb. 1 und 2).

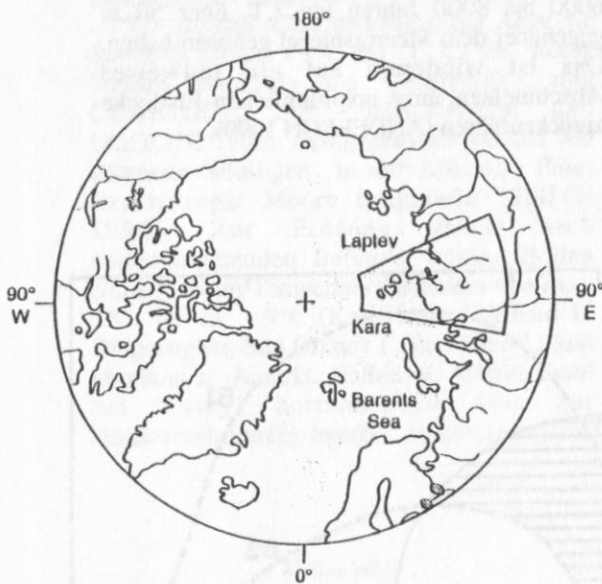


Abb. 1: Übersichtskarte der Arktis mit dem Untersuchungsgebiet des Projektes (umrandet)

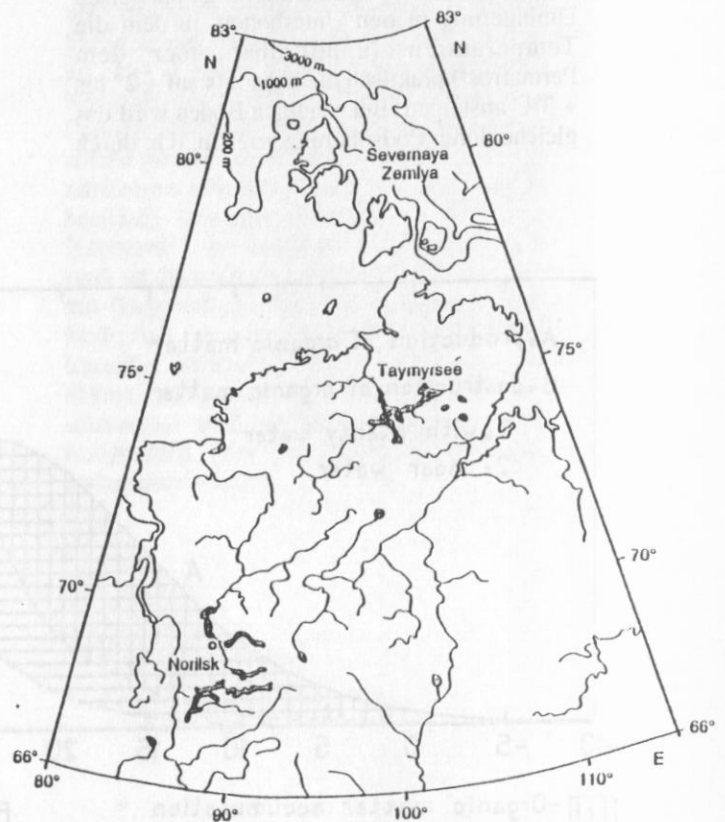


Abb. 2: Detailkarte Mittelsibiriens mit den drei Arbeitsgebieten des Projektes: Im Umfeld der Stadt Norilsk, auf der Taimyr-Halbinsel und auf Severnaya Zemlya

Abb. 1: Übersichtskarte der Arktis mit dem Untersuchungsgebiet des Projektes (umrandet)

Abb. 2: Detailkarte Mittelsibiriens mit den drei Arbeitsgebieten des Projektes: Im Umfeld der Stadt Norilsk, auf der Taimyr-Halbinsel und auf Severnaya Zemlya

Der Einzelantrag des AWI bezieht sich hierin auf die Erhebung rezenter Klimadaten, den Wasser- und Sedimenttransport, Mineralneubildungen in der Auftauschicht des Permafrostes und die Zusammensetzung der Oberflächensedimente, insbesondere unter Berücksichtigung der stabilen Isotope. Das Institut für Bodenkunde der Universität Hamburg beschäftigt sich mit den Standortfaktoren, der Charakterisierung der wichtigsten C-Fractionen im System Boden-Bodenlösung-Bodengase-Bodenor-

ganismen mittels δ^{13} -Analyse. In Kiel möchte man die mikrobiellen Gemeinschaften und Prozesse im Bereich der Tundren analysieren sowie den CO_2 -Gaswechsel der Bodenorganismen und Pflanzendecke untersuchen.

Ziel dieses Vorhabens, das in enger Kooperation mit mehreren russischen Partnern in den Jahren 1994 und 1995 bei Norilsk und auf der Taimyr-Halbinsel stattfand und im kommenden Jahr auf Severnaya Zemlja fortgesetzt werden

soll, ist eine Rekonstruktion der quartären Umweltgeschichte unter Nutzung natürlicher Datenarchive. Zur Interpretation der fossilen Strukturen aus den Seesedimenten und dem Permafrost werden aktuelle Daten herangezogen, die in den Feldkampagnen von 1994-1996 gewonnen werden. Zur Vorbereitung der Untersuchungen auf Severnaja Zemlja wurde im August 1995 eine Pilotexpedition durchgeführt, an der Dr. H.-W. Hubberten (Potsdam), Frau Dr. E.-M. Pfeiffer (Hamburg), Dr. G. Guggenberger (Bayreuth) und der Verfasser als deutsche Partner des Projektes teilnahmen. Hinzu kamen noch vier Kollegen aus Japan und 2 Kollegen aus Rußland. Zweck dieser Reise waren Erkundungen für Seesedimentbohrungen und Eisbohrungen in den großen Gletschern, bodenkundliche und mikrobiologische Untersuchungen, die für das Jahr 1996 geplant sind.

Diese Pilotexpedition begann am 2. August 1995 und führt über St. Petersburg und Norilsk zu zwei Meßstationen auf der Taimyr-Halbinsel (Labaz-See, 4.8.95, und Levinson-Lessing-See, 4.-8.8.95), dann über Kap Cheljuskin zur Bolshevik-Insel (Prima Station). Von hier aus wurden Erkundungen des Severnaja Zemlja-Archipels vorgenommen (9.8.-12.8.95), die soweit möglich auch zu Probennahmen wahrgenommen wurden. Es wurden während dieser Reise Proben von 20 Standorten genommen und für mikrobiologische Untersuchungen nach Kiel transportiert, um hier auf erste Parameter wie Wassergehalt, Glühverlust, Gesamtbakterienzahl und -biomasse nach Standardverfahren untersucht zu werden. Vor Ort wurden von Frau Dr. Pfeiffer (Hamburg) erste bodenkundliche Aufnahmen beschrieben und Profile beprobt sowie von Dr. Kanda (NIPR, Tokyo) vegetationskundliche Untersuchungen angestellt. Die ersten Ergebnisse werden zur Zeit für die "Berichte zur Polarforschung" zusammengestellt. Nachfolgend möchte ich meinen Anteil an dieser Reise schon im Vorwege darstellen.

Der Besuch am Labaz-See geriet nur sehr kurz (4 Stunden) und ließ nur Zeit, die dortigen Versuchsaufbauten und das Gelände in Augenschein zu nehmen. Das botanisch ausgerichtete Programm wurde dort während des Sommers (Juli-September) von M. Sommerkorn (IPÖ) durchgeführt. Von anderen Arbeitsgruppen wurden geokryologische und bodenkundliche Untersuchungen durchgeführt.

Aufgrund logistischer Verhältnisse war die Zeit im Lager am Levinson-Lessing See länger und ließ Raum zu ausführlichen Geländeerkundungen. Die dortige Landschaft ist im Gegensatz zu der am Labaz-See sehr vielgestaltig und um-

faßt Sümpfe, feuchte und trockene Tundren bis hin zu Geröllfeldern in höheren Lagen. Aus unmittelbarer Nähe des Lagers sind diese in kurzen Zeiten zu erreichen, was das Arbeiten unter dem Aspekt vergleichender Untersuchungen z.B. des Gaswechsels an verschiedenen Standorten ermöglicht.

In Severnaja Zemlja besuchten wir Standorte auf allen drei großen Inseln (Bolshevik, Oktoberrevolution, Komsomolsk) sowie auf Sredny Island. Generell können die Verhältnisse hier als polare Wüsten beschrieben werden, wenngleich auch Höhere Pflanzen noch fast überall vorkommen. Sie beschränken sich aber auf feuchte oder geschützte Standorte. Fast pflanzenleere Gebiete finden sich auf Fjells und in solchen Gebieten, die erst neuerlich durch den Rückzug der Gletscher freie Bodenflächen haben. So z.B. im Nordteil der Komsomolskinsel vor dem Akademik Nauk Gletscher.

Böden und Bodenformen sind von Permafrostaktivität geprägt oder damit in unmittelbarem Zusammenhang stehend wie z. B. im Bereich der Prima Station, wo durch den Auftauprozeß über große, ebene Flächen wassergesättigte Böden vorhanden sind. In Gebieten mit Hangneigung oder niedrigerer winterlicher Schneeakkumulation finden sich typische Böden mit Wüstencharakter, d.h. einer Auflage von grobem Kies und im Oberflächenniveau eine Vesicularstruktur (z.B. auf der Komsomolskinsel und auf Sredny).

Die Beziehungen zwischen Pflanzen und heterotrophen Mikroorganismen einerseits und Bodenalgae und Heterotrophen andererseits können hier in primären Stadien untersucht werden. Dies gilt insbesondere auch für den Abbau von pflanzlichem Material in Polstern von *Saxifraga oppositifolia* oder *Novosieviersia glacialis*. Der Abbau der Nekromasse im Innern der Polster geht offenbar nur sehr langsam voran, denn es fand sich noch viel unzersetztes Pflanzenmaterial darin. Daneben sind Studien der Erstbesiedlung vor zurückweichenden Gletschern durchführbar, zumal russische Kollegen an vielen Stellen Landmarken ausgebracht haben, um die Freilegung des Bodens zu datieren.

Tabelle 1 zeigt erste Daten der aufgenommenen Profile hinsichtlich der Bodenfarbe, des aktuellen Wassergehalts, und des Glühverlustes. Höchste Werte können noch auf Severnaja Zemlja in solchen oben beschriebenen Pflanzenpolstern gefunden werden. Mit diesengehalten, die grob ein Maß für den Gehalt an Kohlenstoff sind, korrelieren Gesamtzahlen der Bakterien (Abb. 3) sowie deren Biomasse.

Tabelle 1: Mikrobielle Analysen auf Taimyr/ Severnaya Zemlya

Probe	Tiefe	Bemerkung	Munsell-Farbe	% H ₂ O [% FG] (**)	% LOI (**) [% TG] (**)
LL1.1 (*)	0-2	Sand	10YR2/1	61,33	54,43
LL1.2	2-5	Sand	2.5Y2/0	30,65	8,64
LL1.3	5-10	Sand	2.5Y2/0	23,75	5,79
LL2.1	0-2	Sand	7.5YR2/0	40,23	22,06
LL2.2	5-10	Sand	5YR2.5/1	30,86	12,60
LL2.3	12-16	Sand	10YR2/1	20,93	8,06
LL3.1	0-2	Sand	5Y2.5/1	28,32	7,28
LL3.2	5-10	Sand	5Y2.5/1	28,05	6,80
LL4.1	0-2	Polster	10YR2/1	62,92	69,31
LL4.2	3-8	Sand	5Y2.5/1	46,14	20,72
LL5.1	0-2	Sand	5Y3/1	13,46	3,25
LL5.2	3-8	Sand	5Y3/1	13,39	2,90
BI1.1 (*)	0-2	Sand	2.5Y4/3	25,11	5,36
BI2.1	0-2	Sand	2.5Y5/3	12,15	5,79
BI2.2	2-4	Sand	2.5Y4/3	14,38	4,93
BI3.1	0-1	Polster	7.5YR2/0	54,29	30,26
BI3.2	1-3	Sand	2.5Y4/4	30,02	7,86
BI4.1	2-5	Pflanze	10YR2/2	55,48	91,17
BI5.1	0-1	Polster	7.5YR2/0	37,95	50,07
BI5.2	1-3	Sand	5Y3/1	12,16	8,64
BI6.1	0-2	Sand	5Y4/2	9,63	6,66
BI6.2	2-4	Sand	5Y4/2	9,29	7,25
OR1.1 (*)	0-2	Sand	7.5YR4/4	17,74	6,94
OR2.1	0-2	Polster	7.5YR3/3	47,98	24,66
OR2.2	2-4	Sand	7.5YR3/4	25,62	8,18
OR3.1	0-1	Sand	7.5YR4/3	14,87	6,44
OR3.2	1-3	Sand	7.5YR4/2	12,88	6,02
OR4.1	0-1	Polster	5YR3/4	22,49	7,40
OR4.2	1-4	Sand	5YR3/4	13,79	6,32
OR5.1	0-2	Sand	5YR3/3	46,89	13,13
OR5.2	0-5	Sand	5YR3/2	3,45	5,59
KI1.1 (*)	0-1	Sand	2.5Y5/3	9,21	3,86
KI1.2	2-5	Sand	2.5Y5/4	6,76	3,50
KI1.3	5-10	Sand	2.5Y5/4	8,76	3,35
KI2.1	0-2	Sand	2.5Y4/3	18,90	3,31
KI3.1	0-2	Sand	2.5Y5/2	14,73	4,87
KI4.1	0-2	Sand	2.5Y2/0	38,44	14,44
KI4.2	2-5	Sand	7.5YR3/4	20,98	6,98

(*) LL: Levinson-Lessing See

(*) BI: Bolshevik Insel

(*) OR: Oktober-Revolution Insel

(*) KI: Komsomolsk Insel

(**) H₂O: Wassergehalt (% vom Feuchtgewicht)

(**) LOI: Glühverlust (% vom Trockengewicht)

alle Werte in Bezug auf Sand (<2mm)

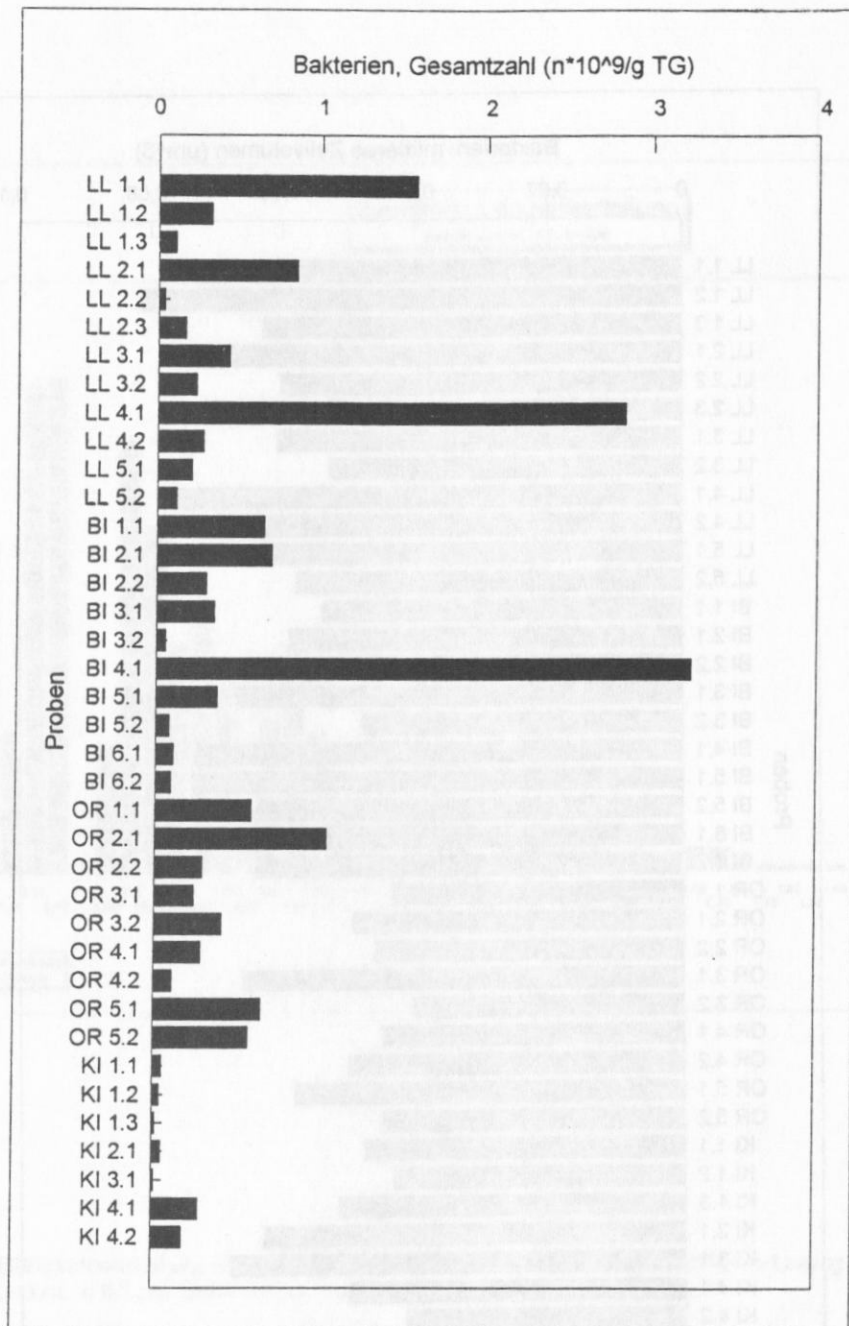


Abb. 3: Gesamtzellzahl der Bakterien in den Proben (vergl. Tab. 1). Ermittlung mittels Epifluoreszenzmikroskopie (Färbemittel: Acridinorange).

Gesamtzahl und Gesamtbiomasse sind zwar eng miteinander verknüpft, unabhängig vom C-Gehalt (gemessen als Glühverlust) reagiert

jedoch das mittlere Zellvolumen der Bakterien (Abb. 4).

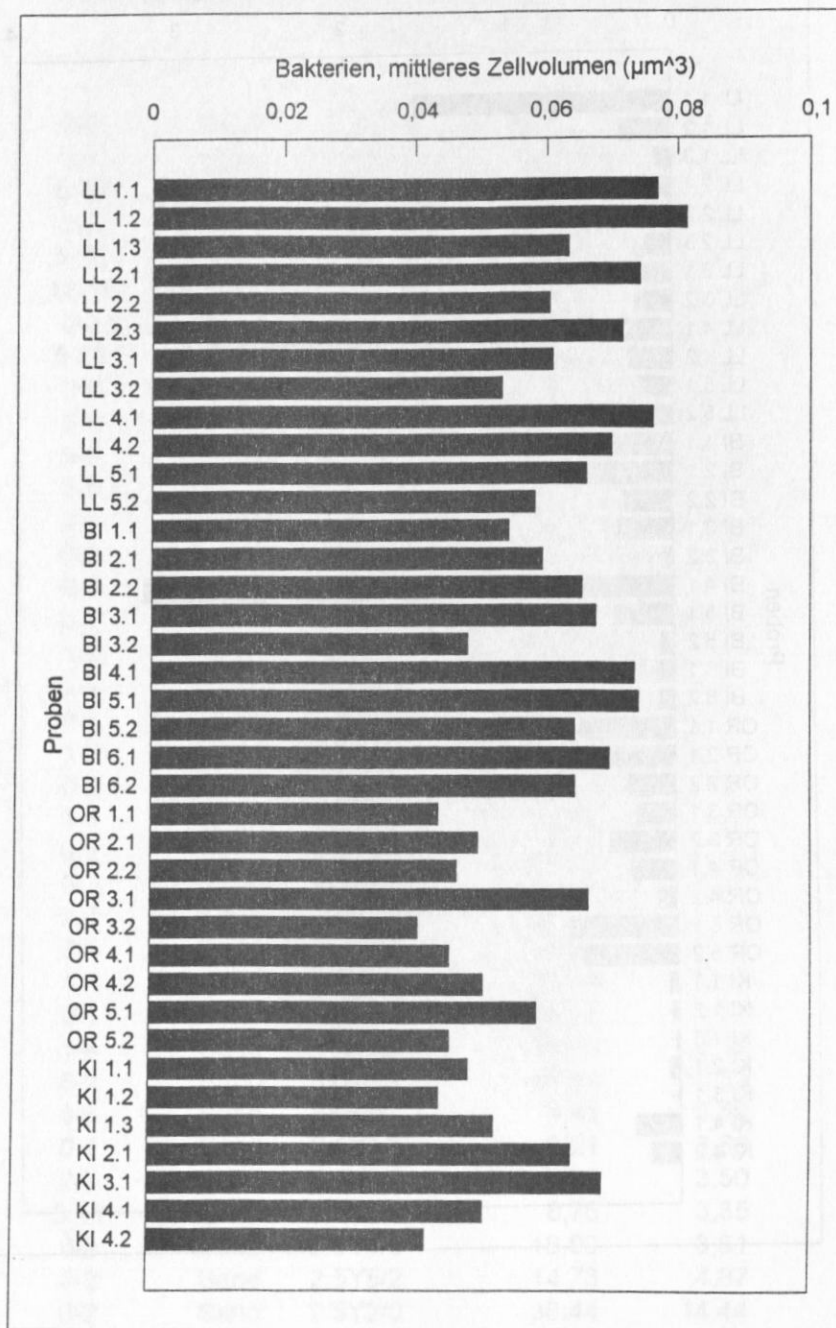


Abb. 4: Mittlere Zellvolumina der Bakterien. Ermittelt aus den Verteilungen der Längen in den untersuchten Gesichtsfeldern.

Es bewegt sich nicht über einen Wert von $0.08 \mu\text{m}^3$ hinaus und variiert nur bis zu einem Minimum von $0.04 \mu\text{m}^3$. Ein wichtiges Merkmal der bakteriellen Gemeinschaft ist jedoch deren

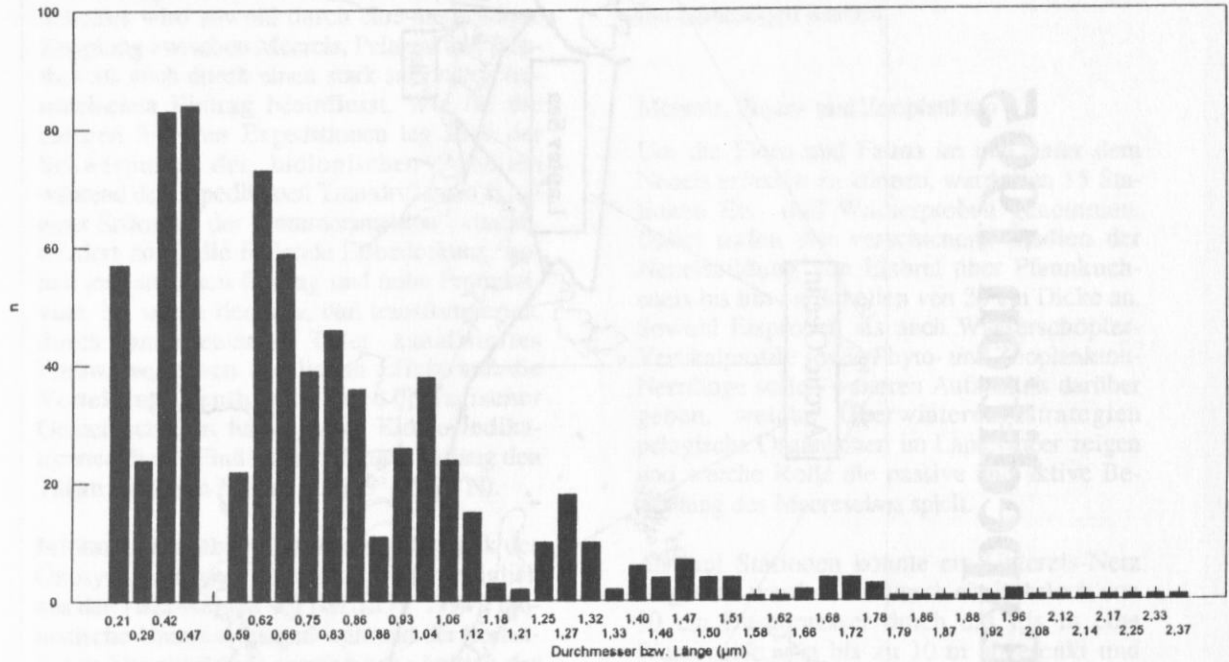
Verteilung in verschiedenen Längenmessungen (Abb. 5). Solche Häufigkeitsfrequenzen sind wichtige "Fingerabdrücke" der Proben.

Karen v. Juizerzenko, Dieter Pieperburg, Michael K. Schmid,
Kirsten Tuschling, Institut für Polarforschung
Viktor V. Poryvaev, Zoological Institute of the Russian Academy
of Sciences St. Petersburg (ZIN RSP)

Biologische Arbeiten im herbstlichen Lagersystem

Bakterien, Längenverteilung

Proben: LL1.1-LL1.3, n= 736



Kokken: < 0,5 µm (Durchmesser)
Stäbchen: > 0,5 µm (Länge)

Abb. 5: Häufigkeitsverteilung einzelner Bakterienlänge in dem Profil LL1 (Levinson-Lessing Lake) (vergl. Tab. 1). Kokken: < 0,5 µm Durchmesser. Stäbchen: > 0,5 µm Länge

Die Untersuchungen der Proben werden im Kieler Labor fortgesetzt, um die Gemeinschaften autotropher Mikroorganismen zu erfassen sowie die mikrobiellen Lebensräume zu charakterisieren. Gaswechsellmessungen an Pflanzen und Bodenproben sollen unter Laborbedingungen fortgesetzt werden, um so Einflüsse von physikalischen Größen, insbesondere Temperatur, Wassergehalt sowie die

Verfügbarkeit von Sauerstoff und Nährstoffen zu testen. In Verbindung mit den bodenkundlichen Standortparametern soll auf diese Weise die mikrobielle Umwelt näher beschrieben werden, um daraus die im Gelände beobachteten Prozesse des Abbaus oder der Akkumulation von organischer Substanz in den arktischen Tundren besser zu erkennen.

